

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 情報理工学研究科 先進理工学専攻 博士前期課程		
氏 名	小川 善秀	学籍番号	1033022
論 文 題 目	低密度 InAs 量子ドットを内蔵した垂直光共振器の作製と評価		
<p>要 旨</p> <p>高度情報化社会における通信技術の発展に伴い、計算能力に依存せず物理法則によって盗聴自体を検知できる量子暗号通信の展開に期待が寄せられている。量子暗号通信の手法として、単一光子の量子状態を情報として伝送する方法があり、その実現には光子の単一性が保障された光パルスを生成する単一光子発生器の開発が必要である。最近、量子ドット(QD)を埋め込んだ垂直光共振器をマイクロピラー構造に加工した単一光子発生素子の研究が注目されている。この構造は、QD の 3 次元閉じ込め効果による孤立二準位系遷移を利用し、光励起により単一光子の発生を制御できるだけでなく、QD-ナノ共振器結合系により単一光子を高効率で生成しながら指定した方向に収集が可能である。</p> <p>本研究では、InAs QD を用いた $1\text{ }\mu\text{m}$ 波長帯の単一光子発生器の開発に向けて、(1) 素子構造の設計,(2) 低密度 QD 成長技術の開発,(3) 単一 QD の電子状態解析,(4) 分布ブラッグ反射鏡(DBR)の作製についてそれぞれ検討し、各技術の組み合わせにより低密度 InAs 量子ドット内蔵型垂直光共振器の作製と評価を試みた。</p> <p>まず、分子線エピタキシ(MBE)における断続供給法と反射高速電子線回折(RHEED 強度振動)のリアルタイムモニター法を開発し、$10^6\sim 10^9\text{cm}^{-2}$ の QD 低密度制御が可能になった。また、低成長温度(530°C)・低 As 圧(As/Ga=80)の MBE 成長条件により最大反射率 90%の半導体多層膜の超格子構造(AlAs/GaAs 10pair)を作製した。これらの技術を組み合わせることによって単一 QD の発光収集効率を増大させることに成功した。</p> <p>さらに、低密度 InAs QDs の顕微フォトルミネッセンス測定による PL 温度特性と PL 励起強度依存性から発光波長 $1120\sim 1160\text{ nm}$ で PL 均一幅 $40\sim 500\text{ }\mu\text{eV}$ の単一 QD からの発光観測に成功するとともに、フォノン散乱による QD 量子準位を示す PL 均一幅のブロードニングや QD 内の多重励起子生成など単一 QD の発光機構を解析し、量子情報通信への応用に適した InAs QD の発光特性について検討を加えた。</p>			